Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Myxobakterien der Umgebung von Wien

von

Ludwig Kofler.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.
Nr. 58 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Juli 1913.)

Einleitung.

R. Thaxter (VII, p. 389ff.; VIII, p. 395ff.; IX, p. 405ff.) hat uns in einer Reihe von Arbeiten mit einer neuen Bakteriengruppe bekannt gemacht, der er den Namen Myxobakterien gab. Er legte dar, mit welchem Rechte er diese Familie aufstellte, und beschrieb eine ziemliche Anzahl von Arten, die er in drei Gattungen einteilt. Auch den Entwicklungsgang dieser Organismen studierte er genauer und deckte dabei sehr interessante Erscheinungen auf. Trotz dieser ausgezeichneten Arbeiten wurde die Abgliederung der neuen Bakterienfamilie in Europa mit einem gewissen Mißtrauen aufgenommen. Wichtigere Arbeiten darüber erschienen nur drei, von Baur (I), Quehl (III) und Vahle (X). Zur Bereicherung der Formenkenntnis trug nur Quehl bei. Er durchsuchte systematisch die Umgebung von Berlin nach Myxobakterien und konnte viele der von Thaxter beschriebenen und auch manche neue Formen finden. Er kommt daher zu dem Schluß (III, p. 13), »daß wir es in den Myxobakterien wohl mit ziemlich kosmopolitischen Organismen zu tun haben«.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Herr Prof. Dr. Hans Molisch, dem ich gleich hier für die Zuweisung des Themas, sowie für die mannigfache Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen meinen verbindlichsten Dank ausspreche, stellte mir die Aufgabe, die Myxobakterien Wiens zu untersuchen.[1]

In der Wiener Umgebung war schon früher von Zukal (XII, p. 340 ff.; XIII, p. 17 f.; XIV, p. 542 ff.) *Chondromyces crocatus* gefunden worden. Anfangs hielt er ihn für einen Myxomyceten, schließlich gab er seine Myxobakteriennatur zu. Später fand er dann noch vier *Chondromyces*-Species; eine genauere Beschreibung gibt er jedoch nur von *Polyangium vitellinum*. Auch erschien eine Arbeit von Zederbauer (XI), die den Versuch machte, die Natur der Myxobakterien als Symbiose von Bakterien und Pilzen zu deuten; da sie aber endgültig von der Kritik abgelehnt wurde (Thaxter [IX], Solms-Laubach [VI], Baur [I], Quehl [III]), sehe ich keinen Grund mehr, sie hier weiter zu berücksichtigen.

Beim näheren Eingehen auf meine Aufgabe sah ich mich sofort vor die Frage gestellt:

I. Wie findet man die Myxobakterien?

a) Die Laboratoriumskulturen.

Große Pe. Sch.[2] wurden oben und unten mit Filtrierpapier ausgekleidet, auf ihrem Boden eine einfache Schicht Mist ausgebreitet (auf die Natur des Mistes komme ich später zu sprechen) und mit so viel Wasser benetzt, als Mist und Filtrierpapier aufsaugen. Für Pferdemist und dergleichen wurden entsprechend größere Gefäße verwendet. Die Kulturen wurden bei 28° im Thermostaten gehalten und nach 1 bis 2 Tagen begossen. Das Ganze unter einem Sturz im dunstgesättigten Raum auf-

[1] Zugleich danke ich auch Herrn Prof. Dr. Oswald Richter für das rege Interesse an meiner Arbeit. Die wohlgelungenen Zeichnungen verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Assistenten Jos. Gicklhorn.

[2] Der Kürze halber gebrauche ich einige Abkürzungen: Pe. Sch. = Petrischale; Ha. M. = Hasenmist; Rbr. = Reichsbrücke (Wien); Frk. = Fruchtkörper.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zustellen, um sich so das tägliche Begießen zu ersparen, ist nicht vorteilhaft. Wenn nämlich der Mist in freistehenden Pe. Sch. bis zum nächsten Tag etwas eintrocknet, so wirkt das sehr oft als Reiz zur Frk.-Bildung. Überhaupt ist das Einhalten der richtigen Feuchtigkeit das Wichtigste bei der Behandlung der Kulturen und auch am schwersten zu treffen.

Die einzelnen Kotballen sollen zwar stark feucht sein, ebenso das Filtrierpapier am Boden und Deckel der Pe. Sch.; mehr Wasser als Mist und Filtrierpapier aufsaugen, soll jedoch nicht vorhanden sein. Ist nämlich freies Wasser in der Pe. Sch., so überzieht es sich leicht mit einer Bakterienhaut, welche dann bald auch den Mist bedeckt und das Aufkommen der Myxobakterien hindert. Nur wenn man bei trockenem Wetter gesammelten Mist auslegt, muß man das erstemal reichlich Wasser zugeben, bis sich die Ballen vollgesaugt haben. Wurde zu wenig Wasser zugesetzt, so war schon am nächsten Tag ein unliebsamer Gast erschienen, nämlich ein dichter Überzug von allerhand Schimmelpilzen. Eine solche Kultur war dann für weitere Untersuchungen ganz unbrauchbar. Der Schimmel stellte sich meist nur dann ein, wenn der Mist zu trocken gehalten wurde. Immer gern gesehen war dagegen *Pilobolus*; ja, ich möchte das Auftreten dieser Mucoracee geradezu als Indikator für die richtige Anlage und Behandlung der Mistkulturen angeben. Die Entwiklung der Myxobakterien behindert er nicht, weil seine Sporangienträger niemals so dicht stehen. Er liebt aber genau dieselben Bedingungen der Feuchtigkeit usw., daß man fast sicher sein kann, auf solchem Mist bald auch Myxobakterien, wenigstens Myxococcen zu finden.

Das Temperaturoptimum ist nach Baur und Quehl 35° (III, p. 12 und 30); sie stellten ihre Kulturen bei 30° auf. Ich benutzte, wie schon erwähnt, einen Thermostaten mit 28°. Durch eine Unvorsichtigkeit stieg die Temperatur einmal auf 40°, ohne daß die Roh- und Reinkulturen dadurch einen sichtbaren Schaden litten. Bei Zimmertemperatur erhielt ich nur *Myxococcus rubescens*, *M. virescens* und ein *Polyangium*.

Was das Licht betrifft, so konnte ich weder einen wachstumshemmenden noch wachstumsfördernden Einfluß konstatieren. Die große Mehrzahl der Kulturen stand zwar im

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Dunkeln, ich bekam jedoch auch bei Tages-, ja sogar intensivem Sonnenlicht ganz normale Frk.

Hat man nun ein günstiges Substrat bei geeigneter Feuchtigkeit, Temperatur usw. aufgestellt und wachsen wirklich Myxobakterien darauf, so ist es oft trotzdem nicht leicht, dieselben zu finden. Das gilt natürlich hauptsächlich von kleinbleibenden Arten, wie *Myxococcus exiguus, M. coralloides, M. digitatus, Chondromyces gracilis* usw. Größere Formen, wie *M. virescens, M. rubescens, M. polycystus, M. cerebriformis* und *Polyangium fuscum* sind natürlich schon auffallender. Doch tritt nur selten der einzelne Frk. hervor; es ist meist die große Zahl, die sie bemerkbar macht. Man darf daher nicht nach dem einzelnen Frk. suchen, sondern nach einer Anhäufung davon, die sich oft nur als feiner, weißlicher, rötlicher oder sonstwie gefärbter Überzug auf dem Substrat bemerkbar macht. Man nimmt dann die ganze Pe. Sch. unters Mikroskop und betrachtet bei schwacher Vergrößerung. Die Bilder, die man da sieht, sind oft geradezu von überraschender Schönheit. Eine solche Farbenpracht und Mannigfaltigkeit von zierlichen Formen auf diesem Substrat sollte man kaum für möglich halten.

Eine Eigentümlichkeit mancher Arten ist es auch, zwischen zwei Mistballen Schleimbrücken zu bilden. Mitunter kommt auf diese Weise ein ganzes Netzwerk von dickeren und dünneren Strängen zustande und dazwischen sind oft die Frk. aufgehängt. Als Ausgangspunkt für solche Bildungen dienen wohl Mycelfäden von Schimmelpilzen.

b) Das Substrat.

Thaxter und Quehl bezeichnen als ergiebigsten Fundort für Myxobakterien alten Mist, den sie im Freien sammelten und im Laboratorium unter gewissen Bedingungen aufstellten. »Als ein ganz besonders ergiebiger Fundort erwies sich mir Kaninchenmist, welcher in der Berliner Umgebung fast überall in großer Menge vorhanden ist«, sagt Quehl (III, p. 12). Beides kann ich vom Ha. M. für die Wiener Umgebung bestätigen, sowohl die Ergiebigkeit wie auch das häufige Vorkommen dieses Mistes.

Am leichtesten ist es, im Spätherbst, Winter und ersten Frühjahr, wo das Gras niedrig ist, auf Wiesen und am Waldesrand Ha. M. zu finden. Einen Anhaltspunkt geben auch die Löcher, die die Tiere besonders unterm Gebüsch oft im Boden ausscharren. An bestimmten Stellen der Wiener Umgebung sind

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zu jeder Jahreszeit große Mengen Ha. M. zu finden, z. B. im Prater, jenseits der Donau in der Nähe der Rbr., bei Hütteldorf, Laxenburg usw.

Doch trug ich Ha. M. auch aus der weiteren Umgebung von Wien zusammen, von Kaltenleutgeben, Troppberg, Dürnstein, Groß-Weikersdorf, Jakobsdorf und vielen anderen Orten; auch aus Dornbirn in Vorarlberg brachte ich Proben mit. Dabei beobachtete ich immer, daß der Mist um so erträgnisreicher war, in je größerer Menge er an einem Orte vorkam. Das ist auch ganz begreiflich, dort waren eben die Bedingungen in letzter Zeit am günstigsten für das Fortkommen der Myxobakterien. Im Zusammenhang damit steht auch, daß manche Arten nur oder hauptsächlich nur auf Mist von bestimmten Fundorten vorkommen. *Chondromyces erectus* z. B. kam auf Mäuse- und Hasenmist von Hütteldorf ziemlich häufig, sonst nur vereinzelt vor.

Sehr erträgnisreich war auch der Mist von Feldmäusen und ich kann mich nicht erinnern, in der Literatur darüber eine Angabe getroffen zu haben. Es ist freilich auch nicht leicht, diesen Mist in größerer Menge zu bekommen und überhaupt nur möglich, wenn das Gras auf den Wiesen ganz niedrig ist. Man findet dann manchmal vor den Mauslöchern ziemlich viel Mist. Ich beobachtete in Laboratoriumskulturen hier zum erstenmal *Chondromyces erectus*, und zwar in einer Üppigkeit und Schönheit wie nie mehr später auf anderen Substraten. Auch *Myxococcus coralloides*, *M. rubescens* und *M. clavatus* traten hier auf.

Ziegenmist sammelte ich oft, da er so leicht zu finden ist, hatte aber nicht viel Erfolg damit. Mit Bestimmtheit konnte ich nur auf *M. rubescens* und *M. virescens* rechnen; hin und wieder kam auch *M. coralloides* auf. In dieser Beziehung verhielt sich der Mist von den verschiedenen Gegenden gleich, von der Wiener Umgebung, von Dornbirn, von der dalmatinischen Insel Lesina und von der Südküste der Insel Malta. Ein Grund dafür, daß Ziegenmist nicht sehr geeignet ist, mag auch der sein, daß er sich meist schnell mit Schimmelpilzen und anderen ungern gesehenen Gästen überzieht, ein Umstand, von dem schon p. 847 die Rede war.

Pferdemistkulturen liefern, besonders wenn sie schon länger stehen, fast regelmäßig *Myxococcus rubescens* und etwas

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

weniger häufig *M. virescens*. Bei einer solchen Kultur fand ich auch zum erstenmal *M. rubescens*. In ein Einsiedeglas wurden zwei Pferdemistknödel gegeben, mit Wasser überdeckt und am Fenster stehen gelassen. Auf der Flüssigkeit bildete sich eine dicke schwarze Haut, die oberseits stark eintrocknete, die Flüssigkeit selbst aber vor dem Verdunsten schützte. Nach einem halben Jahr war die Haut ganz bedeckt mit roten, bis 1 *mm* hohen Frk. von *Myxococcus rubescens*. Jetzt, wo ich genauer darauf achtete, fand ich diesen Organismus immer und immer wieder auf Pferdemistkulturen, wenn sie auch mit anderer Absicht und unter ganz anderen Bedingungen aufgestellt worden waren. Außer den beiden genannten Arten erschien auf Pferdemist nur noch *Myxococcus coralloides*.

Auf Rehmist kam neben *Myxococcus rubescens* und *M. virescens* auch *M. exiguus*, *M. coralloides* und *M. digitatus*. Auf kleinen Mistproben von Dam- und Rotwild aus dem Erzgebirge trat *M. virescens*, *M. rubescens* und *M. coralloides* auf.

Auf Mist von Kühen, Hunden, Spatzen und andern Vögeln war nichts zu finden. Hunde- und Vogelmist entwickeln, warm und feucht gehalten, einen sehr üblen Geruch, Vogelmist hauptsächlich Ammoniak. Hier wird die Entwicklung der Myxobakterien eben durch Ammoniak verhindert, das ja überhaupt auf die Organismen schädigend wirkt. Doch auch sonst fiel mir auf, daß die Myxobakterien sich auf den Mistkulturen um so besser entwickeln, je geruchloser dieselben waren. Einen Grund für dieses wohl nicht nur zufällige Zusammentreffen vermag ich nicht anzugeben. Daß die aus dem Mist verdampfenden Stoffe das Wachstum der Myxobakterien beeinflussen, wie etwa die Laboratoriumsluft [1] das der höheren Pflanzen, ist wohl nicht wahrscheinlich. Es könnten aber die Bedingungen, unter denen der Mist übelriechend wird, zugleich für die Entwicklung unserer Bakterien nachteilig sein.

Wenn ich Mist von Pferden, Ziegen, Hunden oder Kühen sammelte, wählte ich solchen, der schon längere Zeit im Freien lag. Beim Mist von Hasen und überhaupt von wildlebenden Tieren wurde darauf weniger Rücksicht genommen, weil doch meist größere Mengen von verschiedenem Alter beisammenlagen und

[1] Luft, welche nur geringe Spuren Leuchtgas enthält, hemmt das Wachstum der Myxobakterien fast ganz. Mistkulturen, die in einem alten Keimkasten standen, in dem sich infolge eines undichten Gasschlauches Leuchtgasgeruch bemerkbar machte, lieferten nur ganz spärlich *M. virescens* und *M. rubescens*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

man darauf rechnen konnte, daß wenigstens ein Teil infiziert sei und die richtigen Wachstumsbedingungen biete. Letzterer Umstand ist wohl stärker zu betonen. Es wird immer angegeben, es sei Mist zu sammeln, der schon längere Zeit im Freien lag, weil man dann eher annehmen könne, daß sich Zysten oder Sporen von Myxobakterien auf ihm befinden. Dieselbe Beobachtung machte ich häufig auch. Wenn ich bei einem Spaziergang zufällig nur frischen Hasen- oder Rehmist traf, nahm ich ihn doch mit, fand aber auf solchen Kulturen meist nur die am üppigsten wachsenden Formen, also hauptsächlich *Myxococcus virescens* und *M. rubescens*. Ich glaube nun aber nicht, daß der Mist nicht auch Sporen von anderen Arten enthalten habe. Dieselben sind ja so verbreitet und so häufig, daß der Mist, auch wenn er nur kurze Zeit im Freien liegt, wohl in den meisten Fällen damit infiziert ist. Ihre Entwicklung ist aber auf frischem Mist durch die zu hohe Konzentration der Nährstoffe behindert und erst wenn das Substrat durch Regen ausgelaugt ist, bietet es geeignetere Wachstumsbedingungen. Diese Ansicht stimmt überein mit Beobachtungen, die Vahle und ich selbst auch bei Reinkulturen machte. Vahle benutzte als günstigsten flüssigen Nährboden einen solchen, den er durch halbstündiges Kochen von 5 *g* frischer Kartoffel mit 100 *g* Wasser erhielt; ähnliche niedere Konzentrationen gibt er auch sonst als Optima an. Ich glaube daher, daß alter Mist nicht allein deshalb für die Gewinnung der Myxobakterien günstiger ist, weil er länger Gelegenheit hatte sich zu infizieren, sondern auch deswegen, weil er ausgelaugt wurde und die geringere Konzentration der Nährstoffe den Myxobakterien zuträglicher ist. Deshalb wachsen sie oft auch auf dem Filtrierpapier in den Pe. Sch. lieber als auf dem Mist selbst. Auch ganz alter, zerfallener Mist ist unbrauchbar, und zwar wohl deshalb, weil hier die Nährstoffe schon zu stark herausgewaschen wurden.

Die Unmöglichkeit einer Auslaugung mag auch mit ein Grund sein, warum auf Mist von gezüchteten Kaninchen überhaupt keine Myxobakterien zu finden waren. Natürlich ist hier die Hauptursache die, daß der Mist bald entfernt wird und zu wenig Gelegenheit hat, sich zu infizieren.

Außer Mist versuchte ich noch verschiedene andere Substrate. Ich fand darauf nur *Myxococcus rubescens* und *M. virescens*, diese aber sehr häufig, besonders den ersteren, so auf faulen Blättern, auf einem Vogelnest, auf Samen von *Capsicum annuum* und auf Stengeln von *Clematis Vitalba*. Ohne Erfolg wurden versucht: Baumrinden, Flechten, Fruchtstände von *Alnus*, Apfelschalen und langsam keimende Gramineensamen.

II. Verbreitung der Myxobakterien in der Wiener Umgebung.

Als häufigste Formen nennt Quehl (III, p. 12) für die Umgebung von Berlin *Myxococcus rubescens, Polyangium fuscum*,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

M. virescens und *M. coralloides*. Die anderen Arten bezeichnete er als relativ selten. Fast dasselbe gilt auch für die Umgebung von Wien, nur ist hier *Polyangium fuscum* nicht so häufig und wäre hinter *Myxococcus coralloides* zu stellen. Ziemlich häufig sind auch *Myxococcus exiguus* und *Chondromyces erectus*. Die genannten Formen sind so verbreitet, daß ich bei Betrachtung des Mistes unter dem Mikroskop oft zwei, in einzelnen Fällen sogar drei verschiedene Arten in einem Gesichtsfeld hatte. Es ist das sicher der beste Gegenbeweis zur verbreiteten Ansicht von der Seltenheit der Myxobakterien.

Das Wort Schleim gebrauche ich in demselben Sinne wie Thaxter, Baur und Quehl für die homogene Masse, welche die Stäbchen und Sporen zusammenkittet und den Zystophor bildet, ohne damit irgend etwas über die Entstehung und Zusammensetzung dieser Substanz sagen zu wollen. Vahle leugnet das Vorkommen von Schleim bei den Myxobakterien überhaupt. Er sagt (X, p. 196), wenn er den Präparaten seitlich Tusche zusetzte, so traten die Rußteilchen bis unmittelbar an die Stäbchen heran »ohne den kleinsten Hof zu bilden«. Ich machte denselben Versuch sowohl mit Stäbchen wie mit Sporen von Myxococcen und auch bei *Chondromyces*; immer sah ich in solchen Präparaten einen deutlichen lichten Hof um die Sporen und Stäbchen. Am schönsten zeigte sich diese Erscheinung bei *Myxococcus rubescens* und *M. virescens*. Selbst wenn die Präparate mehrere Tage aufgehoben wurden, traten die Rußteilchen nicht bis an die Sporen heran. Ferner sagt Vahle (X, p. 206) von *Myxococcus ruber*, »daß die sich bewegenden Sporen unter dem Deckglas unmittelbar aneinander vorbeigleiten« und nimmt das als Beweis für die Abwesenheit einer Schleimhülle. Ich machte nun aber bei *Myxococcus rubescens* und *M. virescens* gerade die entgegengesetzte Beobachtung. Wenn die Sporen in einem Präparat noch so dicht lagen, so berührten sie sich niemals; immer bildeten sie einen ganz deutlichen Abstand und das ist doch wohl nur auf eine Schleimhülle zurückzuführen. Der Zystophor besteht nach Vahle (X, p. 218) »aus einem Kern so dicht aneinander haftender Stäbchen, daß er als homogene Masse erscheint und einem Mantel von Stäbchen, deren Inhalt bei der Bildung einer Zwischen-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

substanz größtenteils verbraucht ist«. Die Stäbchen beobachtete er hauptsächlich nach Einwirkung von Eau de Javelle. Ich wendete dasselbe bei *Chondromyces lanuginosus* an; dabei beobachtete ich zwar ein Verbleichen und Aufquellen des Zystophors; die »dichten Ströme stäbchenartiger Elemente« (X, p. 215) konnte ich aber weder bei kurzer noch bei langer Einwirkung von Eau de Javelle beobachten. Ich will zwar nicht die Möglichkeit bestreiten, daß der Zystophor auch bei dieser Species aus Stäbchen besteht, aber darin ist Vahle entschieden zu weit gegangen, wenn er den Myxobakterien den Schleim überhaupt abspricht. Und selbst vorausgesetzt, daß der Zystophor immer nur aus Stäbchen besteht, wäre nach Beobachtungen an den Stäbchen in den Zysten und an den Sporen auch dann wohl anzunehmen, daß diese Stäbchen in den Zystophoren ebenfalls eine Schleimhülle besitzen.

Im folgenden sollen nun die von mir aufgefundenen Myxobakterien beschrieben werden, zunächst die bereits bekannten, dann die neuen.

Chondromyces apiculatus Th.

Frk.	Zystophor	Höhe	ca. 350 μ
		Farbe	Farblos, deutliche Streifung in der Längsrichtung
	Zysten	Gestalt	Länglich, vorn zugespitzt
		Farbe	Orange bis braunrot
		Länge	80 bis 140 μ
		Zahl	5 bis 10
	Jugendzustand		Zystophor mit einfachem, rundlichem Köpfchen, die Anlage der Zysten durch kleine Wülste angedeutet. Von hier alle Übergänge bis zum fertigen Frk.
Stäbchen			3 bis 5 μ
Auftreten		Art	Nur einzelne Frk., wegen ihrer Kleinheit nur schwer bemerkbar, erhielten sich mehrere Wochen unverändert
		Ort	Ha. M. aus den Donauauen bei der Rbr.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Diese Form weicht zwar in manchem von Thaxter's Beschreibung ab (VIII, p. 405 und 406), besonders darin, daß der Zystophor viel gedrungener und die Farbe der Zysten dunkler war. Ich glaube, es handelt sich aber doch um dieselbe Species, zumal Thaxter angibt: »All dimensions subject to great variations«.

Chondromyces erectus (Schroeter) Th.

Frk.	Zystophor	Länge	30 bis 600 μ, schrumpfen bei der Reife ein
		Farbe	Rot
		Zahl	Sehr viele büschelig vereint auf bis 1 *mm* breiter Basis
	Zysten	Gestalt	Kugelig
		Durchmesser	40 bis 50 μ
		Farbe	Rot bis braun
		Zahl	Eine auf jedem Zystophor
Stäbchen		2 bis 5 μ	
Auftreten	Art	Meist einzelne Frk., bisweilen zahlreich, wegen Farbe und Größe jedoch nicht zu übersehen	
	Ort	Mäusemist aus der Wiener Umgebung von Hütteldorf, Ha. M. aus dem Prater und den Donauauen	

Die Form stimmt also genau mit der Beschreibung und den Abbildungen bei Thaxter (VIII, p. 407) überein. Etwas abweichend ist vielleicht die Farbe, indem die Frk. meist rein rot gefärbt sind und erst später orangerot und kastanienbraun werden, wie Thaxter angibt. Sehr charakteristisch ist, daß die Zystophore bei der Reife einschrumpfen und die Zysten nun auf dem Substrat ein kleines Häufchen bilden.

Quehl sagt (III, p. 15): »Bei der Form, die ich gefunden habe, sind so charakteristische Zystenträger auch in jüngeren Stadien nicht oder nur sehr schwach ausgebildet.« Es dürfte sich hier doch wohl um ältere Stadien handeln, zumal die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Form nur zweimal gefunden wurde. Quehl sagt nämlich später, ohne genauere Betrachtung mit der Lupe könne man diese Species leicht mit *Polyangium fuscum* verwechseln. Die Ähnlichkeit der reifen Zysten von *Polyangium fuscum* ist nun tatsächlich so groß, daß man sie meist sogar nur mit Hilfe des Mikroskops unterscheiden kann. Das gilt aber nur von reifen Zysten, im Jugendzustand ist eine Verwechslung ausgeschlossen. Die großen, roten, büscheligen Frk. dieser Species sind nämlich selbst mit freiem Auge leicht als solche zu erkennen. Da diese Phase jedoch in 1 bis 2 Tagen durchlaufen ist, dürfte sie Quehl wohl übersehen haben.

Die Unterscheidung alter Zysten dieser Form von den Frk. von *Polyangium fuscum* ist, wie erwähnt, oft nur bei mikroskopischer Betrachtung möglich. Es gibt da ein sicheres Unterscheidungsmerkmal, das mit der Entstehung der Zysten im Zusammenhang steht. Bei *Polyangium fuscum* differenzieren sie sich in größerer oder geringerer Zahl aus einer homogenen Stäbchenmasse heraus; sie sind dabei allseitig von Stäbchen und Schleim umgeben, also nirgends »aufgewachsen«. Bei *Chondromyces erectus* entstehen sie am Ende ihrer Stiele auf breiter Basis und diese Ansatzstelle läßt sich im Alter nach dem Verschrumpfen der Stiele noch deutlich erkennen. Der Unterschied ist derselbe wie bei ein- und aufgewachsenen Krystallen.

Chondromyces gracilis Th.

Frk.	Zystophor	Höhe	30 bis 70 μ
		Durchmesser	15 μ, nach oben zugespitzt
		Farbe	Keine
	Zysten	Gestalt	Rundlich
		Farbe	Rot
		Größe	30 bis 50 μ
		Zahl	1
		Membran	Stark, widerstandsfähig gegen den Druck des Deckglases

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Stäbchen		5 bis 7 μ.
Auftreten	Art	Nach einer Woche das Substrat übersät von dicht nebeneinander liegenden roten Pünktchen. Zysten fallen leicht ab
	Ort	Unbekannter Mist aus der Gegend von Kaltenleutgeben und Ha. M. aus dem Prater (Wien)

Bei meiner Form fand ich in allem etwas größere Werte, als Thaxter und Quehl (VIII, p. 406 und 407; III, p. 15) angeben. Der Zystophor ist nach Thaxter 25 bis 40 μ hoch, der Durchmesser der Zysten 25 und 35 μ, die Stäbchen 2 bis 5 μ lang. Die übrigen Merkmale sind jedoch so übereinstimmend, daß die Form ohne Zweifel zu obiger Species gehört.

Polyangium primigenium Quehl.

Frk.	Gestalt	Unregelmäßig rundliche, klumpige Massen ohne Differenzierung im Inneren
	Farbe	Rot
	Größe	Bis 1 *mm*
Stäbchen		4 bis 5 μ
Auftreten	Art	Einzeln
	Ort	Ha. M. aus Jakobsdorf (Ungarn)

Etwas abweichend von Quehl's Beschreibung (III, p. 16) ist also nur die Stäbchenlänge; er gibt nämlich 3 bis 4 μ an. Die Farbe bezeichnet er als rotbraun; meine Form dagegen war ausgesprochen rot. Dieser Unterschied dürfte möglicherweise auf die Temperatur zurückzuführen sein, die ja überhaupt bei den Myxobakterien die Pigmentbildung stark beeinflußt. Zur Zeit, als der Organismus auftrat, war nämlich durch eine Unvorsichtigkeit die Temperatur im Thermostaten auf 40° gestiegen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Polyangium fuscum (Schroeter) Th.

Zysten	Gestalt	Kugelig oder oval
	Farbe	Farblos bis hellrot; später rot, braun und dunkelbraun
	Durchmesser	50 bis 150 μ
	Membran	Fest, Träger der Farbe
	Zahl	Ungefähr 2 bis 10, doch auch mehr, selten einzeln
	Schleim	Das ganze Zystenhäufchen ist in eine gemeinsame farblose Schleimhülle eingebettet
Stäbchen	Vegetativ	6 bis 10 μ
	In den Zysten	3 bis 4 μ
Auftreten	Art	Mist und Filtrierpapier übersät von Zystenhäufchen
	Ort	Ha. M. aus der ganzen Wiener Umgebung

Von einer Einschachtelung zweier Zysten, wie sie Vahle (X, p. 221) beobachtete, konnte ich nichts sehen. Auch die Streifung der Zystenhaut bemerkte ich nicht.

Myxococcus rubescens Th. (**M. ruber** Baur[1]).

Frk.	Gestalt	Kugelig, wächst womöglich auf erhöhten Stellen, z. B. Moosblättern, Strohhalmen, nicht selten von den Frk. selbst kurze Stiele ausgebildet (Fig. 12)
	Farbe	Milchweiß bis intensiv rot mit allen Übergängen; am häufigsten orange und rosa, seltener intensiv rot (auf Pferdemist), manchmal rot mit Stich ins Gelb; in zwei Fällen gelb. Oft in einer Pe. Sch. 4 bis 5 oder mehr Farben
	Größe	100 bis 1000 μ
	Membran	Fehlt; Frk., zuerst fest, zerfließen an feuchter Luft nach einiger Zeit

[1] Baur nannte die von ihm reinkultivierte Form *Myxococcus ruber*. Quehl betrachtet dieselbe aber nur als eine der vielen Rassen von *M. rubescens*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Stäbchen		4 bis 7 μ
Sporen		1 bis 1·6 μ
Auftreten	Art	Neben *M. virescens* die häufigste und üppigste Art, kam auf etwa 90% der Ha. M.-Kulturen. Pe. Sch. ganz bedeckt mit Frk. Zeigte sich schon nach 3 bis 4 Tagen
	Ort	Nähere und weitere Wiener Umgebung, ferner Dornbirn, Erzgebirge, Malta und Lesina (Dalmatien). Mist von Hasen, Pferden, Ziegen, Mäusen, Rehen, Dam- und Rotwild; auf Stengeln von *Clematis Vitalba*, faulen Blättern und einem Vogelnest

Myxococcus virescens Th.

Farbe	Gelb bis gelbgrün; selten rötlich, sehr selten intensiv rot
Alles übrige wie *M. rubescens*	
Sporen	1·8 bis 2·2 μ
Auftreten	Wie *M. rubescens*, nur etwas weniger häufig

Bei der ersten Beschreibung der beiden letzten Arten betrachtete Thaxter (VII, p. 403 und 404) die Farbe als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal; darauf deuten ja auch die davon abgeleiteten Namen hin. Doch weist er selber in seiner letzten Arbeit auf die große Veränderlichkeit der Farbe hin (IX, p. 409). Quehl untersuchte den Zusammenhang der verschiedenen Formen genauer und kam zu dem Schluß (III, p. 22), daß die großsporige Form in ihrer großen Mehrzahl gelb bis grün wachse, daß aber selbst dann, wenn Rassen aufgefunden würden, die in ihrer Farbe mehr nach Rot neigten und Sporen von 1·8 bis 2 μ hätten, diese doch zu *M. virescens* zu zählen wären. »Da wir keine Übergänge zwischen Sporen von 1 bis 1·2 μ und 1·8 bis 2 μ kennen, so würde ich auch unter diesen Umständen auf Grund der abweichenden Sporengröße und der gelbgrünen Farbe, die ja auch dann nur ausnahmsweise eine andere sein würde, die Species als *M. virescens* beibehalten.« Nach meinen Beobachtungen ist nun aber der Unterschied in der Sporengröße nicht immer so scharf. Meist freilich konnte ich, wenn ich gelbe und rote Frk. in einem Präparat mischte, große und kleine Sporen ohne weiteres vonein-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ander unterscheiden. Doch fand ich nicht selten Formen, deren Zugehörigkeit zur einen oder anderen Species nicht zu entscheiden war, da die Sporen eben an der Grenze standen. Dabei bot dann die Farbe oft auch keinen Anhaltspunkt, da sie ein Mittelding zwischen den beiden Arten darstellte, denn gerade in diesen Fällen zeigte sich häufig ein orangegelber Ton. Die beiden Species *M. rubescens* und *M. virescens* genügen also in ihrer jetzigen Fassung nicht mehr für alle gefundenen Formen. Es erscheint daher geboten, diese beiden Arten anders und genauer zu charakterisieren oder aber für die Zwischenformen neue Arten aufzustellen. Die Aufgabe ist wohl nur mit Hilfe von Reinkulturen zu lösen und ist auch dann keine leichte in Anbetracht der großen Formenmannigfaltigkeit. Quehl zog allein von der kleinsporigen Art sieben Sippen in Reinkultur.

Myxococcus coralloides Th.

Frk.	Gestalt	Sehr wechselnd von kugelig bis zu den kompliziertesten korallenförmigen Gebilden
	Farbe	Farblos bis blaßrot
	Höhe	50 bis 150 μ
	Fortsätze	20 bis 40 μ lang, ungefähr 15 μ breit
	Membran	Fehlt. Anhaften der Sporen aneinander sehr innig, so daß ein Trennen durch Druck aufs Deckglas fast unmöglich ist
Stäbchen		3 bis 7 μ
Sporen		Gewöhnlich 1 bis 1·2 μ, doch auch 1·8 μ
Auftreten	Art	In sehr großer Zahl, macht sich daher trotz der Kleinheit als feiner Überzug auf dem Substrat bemerkbar
	Ort	In der ganzen Wiener Umgebung und im Erzgebirge auf Mist von Pferden, Hasen, Ziegen, Mäusen, Rehen, Dam- und Rotwild

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es dürfte sich wohl um mehr als eine Species handeln. Von Quehl wurde schon *M. digitatus* und *M. clavatus* abgetrennt. Doch sind die Formen, die für *M. coralloides* übrigbleiben, trotzdem nicht alle in einer Art unterzubringen. Klarheit könnten nur Reinkulturen schaffen.

Myxococcus digitatus Quehl.

Frk.	Gestalt	Aufrecht, oben oft breiter als an der Basis, oft zwei oder mehr fingerförmige Fortsätze, bisweilen schon am Grunde verzweigt oder einfach kegel- und köpfchenförmig
	Farbe	Rot
	Größe	120 μ hoch; Durchmesser an der Basis 70 μ; Fortsätze 25 bis 30 μ dick und 30 bis 35 μ lang
	Membran	Fehlt, Frk. jedoch sehr widerstandsfähig
Stäbchen		4 bis 5 μ
Sporen		1 bis 1·2 μ
Auftreten	Art	Wie *M. coralloides*
	Ort	Rehmist aus Kaltenleutgeben und Ha. M. aus Hütteldorf

Die Form stimmt im wesentlichen mit der Beschreibung bei Quehl überein. Nur gibt er für die Fortsätze eine größere Länge an (75 bis 150 μ). Meiner Meinung nach handelt es sich aber doch um dieselbe Species.

Myxococcus clavatus Quehl.

Frk.	Gestalt	Fingerförmig bis keulig
	Farbe	Blaßrötlich
	Größe	30 bis 40 μ hoch. Durchmesser an der Basis 15 μ, oben 20 bis 25 μ
	Membran	Fehlt, Frk. jedoch sehr widerstandsfähig
Stäbchen		3 bis 6 μ
Sporen		ca. 1 μ
Auftreten	Art	Wie die beiden vorhergehenden
	Ort	Mäusemist aus Hütteldorf entlang der Mauer des Lainzer Tiergartens

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

In der Größe weicht diese Form stark von Quehl's (III, p. 22) Beschreibung ab; er gibt nämlich an, Frk. »200 bis 400 μ hoch, oben 150 μ, am Stiel bis 75 μ im Durchmesser«. Wegen der sonstigen Übereinstimmung der Merkmale möchte ich die Form doch zu *M. clavatus* stellen.

Chondromyces lanuginosus nov. spec. (Fig. 1 bis 3).

Frk.	Zystophor	Gestalt	Aufrecht, gegen die Spitze verschmälert; einfach; meist ein- bis mehrmals dichotom verzweigt; Streifung in der Längsrichtung, besonders bei älteren Stadien und beim Austrocknen
		Größe	700 bis 1000 μ hoch, Durchmesser an der Basis 40 bis 130 μ, oben oft nur 20 μ
		Farbe	Im frischen Zustand farblos, später oft gelblich
		Zusammensetzung	Homogene, hyaline Masse, von einer dichteren, wohl aus derselben Substanz bestehenden, Membran umgeben. Stäbchen auch bei Zusatz von Eau de Javelle nicht zu erkennen
	Zystenköpfchen	Gestalt	Kugelförmig oder etwas oval, besteht aus einer sehr großen Zahl von Zysten, die jedoch nur an ihrem Ende voneinander getrennt sind. Jede Zyste läuft in einen Fortsatz oder ein Haar aus von 15 bis 50 μ Länge, daher das charakteristische Aussehen des Köpfchens, das bei schwacher Vergrößerung einer behaarten Kugel gleicht
		Durchmesser	80 bis 200 μ
		Farbe	Fleischfarbig, zart rosa bis orange; sie steht mit dem Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur im Zusammenhang. Blieb die Pe. Sch. gut angefeuchtet einen Tag im Thermostaten, so zeigten die neu gebildeten Frk. eine sehr lichte Farbe; ließ man den Mist dann etwa eine halbe Stunde unbedeckt bei Zimmertemperatur stehen, so dunkelten die Zystenköpfchen rasch nach
		Membran	Fehlt um Zysten und Haare. Obwohl die Haare an ihrem Ende so erstaunlich dünn sind und nur aus wenigen nebeneinanderliegenden Stäbchen bestehen, vermögen sie sich doch ohne Umhüllung frei in der Luft zu erhalten, sie werden von einem konsistenten Schleim zusammengekittet, der sich wie schon p. 852 bemerkt, mit Tusche leicht nachweisen läßt
		Zahl	Eines bis viele auf jedem Zystophor oder Ast, meist 2 bis 7
Stäbchen			3 bis 6 μ

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Auftreten	Art	Wegen ihrer Höhe, Zierlichkeit und großen Zahl gleichen die Frk. eher einem Schimmelpilz als einer Myxobakterie. Die Ausbreitung erfolgt ruckweise; mehrere Tage hindurch ist oft kaum ein Fortschritt zu bemerken; plötzlich verbreiten sie sich dann innerhalb eines einzigen Tages über ein weites Gebiet, vermutlich dann, wenn die Feuchtigkeit eine besonders günstige ist
	Ort	Ha. M. aus den Donauauen jenseits der Rbr.

Das »Durchwachsen« der Köpfchen, wie es Quehl (III, p. 34) für *Chondromyces apiculatus* beschreibt, ist auch hier bisweilen zu beobachten. Aus einem Köpfchen traten in einzelnen Fällen sogar zwei neue Zystophore heraus. Quehl erklärt diese Erscheinung mit der zu großen Anhäufung von Stäbchen, die bei der Bildung eines Zystenköpfchens nicht aufgebraucht würden. Die Überzahl der Stäbchen halte ich jedoch nur für die indirekte Ursache. Der eigentliche Grund ist eher die allzugroße Feuchtigkeit, die im Innern dieser Stäbchenmassen herrscht. Denn wie auch sonst sich öfter zeigte, ist eine relative Trockenheit für die Bildung der Zysten notwendig. Würde es sich andererseits nur um eine Überzahl von Stäbchen handeln, so könnte, bei *Chondromyces lanuginosus* wenigstens, zu ihrem Verbrauch einfach eine größere Menge von Köpfchen nebeneinander gebildet werden. Die »durchwachsenen« Zysten verschwinden nach 1 bis 2 Tagen; an ihrer Stelle bleibt nur eine starke Verdickung des Zystophors zurück.

Die Entwicklung des Frk. stimmt mit jener überein, die Thaxter und Quehl für *Chondromyces apiculatus* beschreiben und abbilden. Die ursprünglich kugelige Ansammlung von Stäbchen erhebt sich unter Bildung eines Stieles immer mehr und mehr vom Substrat. Erst wenn die definitive Höhe erreicht ist, respektive der Zystophor sich verzweigt hat, wobei die Stäbchenmasse unter die einzelnen Zweige verteilt wird, beginnen sich die Zysten zu differenzieren. Bis dahin bilden die Stäbchen nur eine rundliche Masse am Ende ihrer Stiele. Dann treten spitze Vorsprünge auf, die sich allmählich zu den typischen Haaren ausbilden. Sind die Bedingungen jedoch ungünstig, so können die Vorsprünge in einer etwas früheren Phase

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

stehen bleiben und sind dann nicht so spitz und zart. Die ganze Entwicklung vollzieht sich in relativ kurzer Zeit, daher wurde meist nur ihr Endresultat beobachtet und junge Stadien ziemlich selten. In einem Falle waren bei einem stark verzweigten Fruchtkörper die Zystenköpfchen auf einzelnen Ästen schon ganz ausgebildet, bei anderen die Oberfläche der Köpfchen noch ganz glatt. Nach 3 Stunden waren auch diese vollständig in Zysten umgewandelt. In jungen Entwicklungsphasen sind die Stäbchen von der gleichen Größe wie in den reifen Zysten.

Wurden Pe. Sch. geöffnet und gleich unter dem Mikroskop betrachtet, so zeigten sich die Frk. bisweilen in sonderbarer Bewegung. Dieselbe bestand in einer langsamen Rotation der Zystenköpfchen, bald ein Stückchen nach der einen, dann wieder ebensoweit nach der anderen Richtung; verbunden damit waren meist auch Pendelbewegungen nach verschiedenen Seiten. Die Erscheinung ist wohl rein physikalisch zu erklären. Durch das Öffnen der Pe. Sch. kommen die Frk. aus dem dunstgesättigten Raum in die relativ trockene Zimmerluft und die Stiele trocknen ein. Geschieht dies nun nicht allseitig gleichmäßig, so erfolgt eine Torsion, die sich auf die Köpfchen fortpflanzt und hier besonders gut sichtbar wird. Die Haare bleiben beim Eintrocknen in ihrer ursprünglichen Lage und Gestalt erhalten. Überhaupt sind die Zysten und die ganzen Frk. gegen äußere Einflüsse resistent. Sie erhalten sich mehrere Wochen ziemlich unverändert auf dem Mist, nur treten dabei die einzelnen Zysten im Köpfchen stärker hervor.

Polyangium stellatum nov. spec. (Fig. 6).

Zysten	Gestalt	Länglich
	Farbe	In der Jugend fleischfarben, später rot, im Alter braunrot
	Größe	80 bis 120 μ breit, 160 bis 200 μ lang
	Anordnung	Sie sitzen meist mit der schmalen Basis auf einem kleinen knopfförmigen Gebilde und strahlen sternförmig nach allen Richtungen aus. Manchmal liegen sie mit der Breitseite dem Substrat auf

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zysten	Membran	Derb, weicht unter dem Deckglas erst stärkerem Druck und liegt dann als rotbraune Fetzen zwischen der lichten Stäbchenmasse
	Zahl	2 bis 9
Im Jugendzustand		Kugelig, es treten dann kleine Wülste auf und ganz allmählich werden die Zysten abgeschnürt
Stäbchen		4 bis 6 μ
Auftreten	Art	Breitet sich nicht weit aus
	Ort	Ha. Mi aus den Donauauen bei der Rbr.

Polyangium flavum nov. spec. (Fig. 5).

Frk.	Gestalt	Kugelig oder oval, bucklige, wulstige Oberfläche. Mit freiem Auge leicht mit *Myxococcus virescens* zu verwechseln, nur ist die Oberfläche hier nicht so glatt
	Farbe	Gelb, bleibt konstant
	Größe	ca. 400 μ hoch, 600 μ breit
	Zysten	Fehlen. Stäbchenmasse ganz homogen, Hauptunterschied von anderen ähnlich gefärbten Arten. Doch haften beim Zerdrücken unter dem Deckglas einzelne Partien stärker aneinander
	Membran	Fehlt, doch sind die Stäbchen, besonders an der Peripherie, so fest aneinander gekittet, daß bei vorsichtigem Auflegen des Deckglases der Frk. ganz erhalten bleibt und auch nicht ein Stäbchen aus dem Verbande tritt
Stäbchen		2 bis 4 μ
Auftreten	Art	Frk. in geringer Zahl
	Ort	Ha. M. aus den Donauauen bei der Rbr., der 5 Wochen im Laboratorium stand

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Myxococcus polycystus nov. spec. (Fig. 4 und 9).

Frk.	Gestalt	Unregelmäßig, wulstige, dem Substrat aufliegende Massen
	Farbe	Mattrosa, fleischfarben
	Größe	1 *mm* lang, $^1/_2$ *mm* breit
	Schleimschicht	Farblos um den ganzen Frk., scharf abgegrenzt, 5 bis 8 μ breit
Zysten	Gestalt	Sehr verschieden, manche rund und elliptisch, andere wie sprossende Hefe (Fig. 9)
	Größe	35 bis 50 μ
	Zahl	Sehr groß
	Membran	Fehlt, Sporen haften fest zusammen
Stäbchen		3 bis 5 μ, in der Schleimhülle junger Frk.
Sporen		0·9 bis 1·3 μ
Auftreten	Art	Ziemlich zahlreiche Frk., gleichen makroskopisch ganz jungen Stadien von *Polyangium fuscum*
	Ort	Ha. M. aus den Donauauen bei der Rbr.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Myxococcus cerebriformis nov. spec. (Fig. 7 und 8).

Frk.	Gestalt	Klumpige Massen mit wulstiger Oberfläche, gehirnähnlich; makroskopisch sehr ähnlich *M. polycystus*, nur ragen hier die Zysten stärker hervor
	Farbe	Violettrosa, manchmal bleigrau, gehirnähnlich; in Glycerin intensiv rot
	Länge	1 *mm*
Zysten	Gestalt	Sehr variabel, den Raumverhältnissen angepaßt, rundlich, oft polygonal, fast kantig (Fig. 8)
	Größe	100 bis 170 μ
	Zahl	Viel geringer als bei *M. polycystus*
	Schleimhülle	Keine; höchstens an einigen Stellen, besonders an Lücken zwischen zwei Zysten, eine Art Schleimbrücke
	Widerstandsfähigkeit	Gegen Druck viel geringer als bei *M. polycystus*
Stäbchen		4 bis 12 μ, zwischen den Zysten junger Frk.
Sporen		1·1 bis 1·6 μ
Auftreten	Art	Zahlreiche Frk.; oft mehrere in einer bis 5 *mm* langen Linie; schnelles Ausbreiten
	Ort	Ha. M. aus dem Prater, den Donauauen und Laxenburg (bei Wien)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Myxococcus exiguus nov. spec. (Fig. 11).

Frk.	Gestalt	Dem Substrat aufliegend (im Gegensatz zum aufrechten *M. coralloides*), wenige abgerundete Äste; sehr unscheinbar
	Farbe	Farblos, schmutziggelb bis schmutzigbraun, oft der Farbe des Mistes entsprechend
	Größe	Bis 250 μ lang, 100 μ hoch, Äste 35 bis 70 μ lang und ungefähr ebenso breit
	Membran	Keine
	Zysten	Fehlen; nur Äste und Fortsätze, die bei Druck unter dem Deckglas auseinanderweichen und wie getrennt entstanden und zystenartig aussehen; die Ansatzstellen lassen sich aber meist noch erkennen. In einzelnen Fällen waren die Frk. aus mehreren durcheinandergewundenen schlauchförmigen Gebilden zusammengesetzt
Stäbchen		Nicht beobachtet, da die Kolonien erst sichtbar wurden, wenn die Sporen schon gebildet waren
Sporen		1 bis 1·4 μ
Auftreten	Art	Leicht zu übersehen, zahlreiche kleine flache Hügelchen auf den Mistbrocken
	Ort	Besonders häufig auf Ha. M. aus den Donauauen bei der Rbr. und anderen Orten der Wiener Umgebung; Rehmist; Ziegenmist von der Insel Lesina (Dalmatien)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

III. Einige Beobachtungen an Reinkulturen einer hellroten Rasse von Myxococcus rubescens.

1. Reinzüchtung.

Nach Baur (I, p. 96 und 117) ist das gewöhnliche Plattengußverfahren nicht anwendbar, um Reinkulturen von Myxobakterien zu gewinnen. Er strich daher die Sporen oder Frk. auf der Oberfläche von Mistdekoktagar aus; hatte der Schwarm sich ausgebreitet, so wurde von einer möglichst reinen Stelle wieder abgeimpft und das wurde fortgesetzt, bis die Form rein auf dem Agar wuchs. Ich versuchte diese Methode mit einer hellroten Form von *Myxococcus rubescens* und kam damit auch zum Ziel. Schneller jedoch erreichte ich eine Reinkultur nach dem Koch'schen Verfahren. Baur sagt, diese Methode sei für Myxobakterien deshalb nicht anwendbar, weil die Sporen im Innern des Agars nicht keimen. Dieser Angabe kann ich unbedingt nicht beipflichten. Impft man nämlich die Sporen in eine Eprouvette mit flüssigem Agar und gießt dann in dünner Schicht in eine Pe. Sch. aus, so entwickeln sich, abgesehen von den einzelnen an die Oberfläche des erstarrenden Agars gelangten Sporen, auch häufig Kolonien im Innern des Agars.

Interessant ist dann auch ihr Verhalten besonders in etwas dickerer Agarschicht. Sie entwickeln sich nicht von einem Punkt aus nach allen Seiten gleichmäßig, sondern nur nach oben, und zwar in Gestalt eines nicht sehr steilen, auf die Spitze gestellten Kegels. Ist die Oberfläche erreicht, so breitet sich die Kolonie wie sonst kreisförmig aus. Bevor der Schwarm an die Agaroberfläche gelangt, kann schon ein Kranz von Frk. um den Kegel herum gebildet werden. Keimen Sporen zwischen Glaswand und Agar, so breitet sich die Kolonie, ohne in das Agar einzudringen, aus und bildet flachgedrückte Frk. Impft man nun von einer dieser Kolonien ab und wiederholt das Verfahren, so gelangt man bedeutend schneller und sicherer zu Reinkulturen als durch das Ausstreichen der Frk. auf der Oberfläche des Agars.

Vahle (X, p. 186) beschreibt eine Methode, bei der er auf einen Nährboden mit 10% Agar impft. Die dadurch erzielte Trockenheit des Substrates

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

hemmt das Wachstum der verunreinigenden Bakterien stark, das der Myxobakterien jedoch nicht. Nach dieser Methode konnte ich leider nicht arbeiten, da sich so große Mengen Agar nur im Autoklaven lösen und mir ein solcher nicht zur Verfügung stand.

2. Agarnährböden.

a) Zusammensetzung.

Als bestes Substrat wird allgemein ein Kartoffel- oder Mistdekoktagar angegeben. Die Wichtigkeit der Konzentration der Nährstoffe betonte erst Vahle (X, p. 181 und 182). Er benutzte vorwiegend einen Nährboden, zu dessen Bereitung er 10 *g* trockenen Kaninchenmist eine halbe Stunde mit 100 *g* Wasser kochte und daraus nach dem Abfiltrieren ein zweiprozentiges Agar herstellte. Sehr geeignet erweist sich nach meiner Erfahrung auch ein Heudekoktagar, dasselbe hat den Vorteil, daß es leichter klar zu bekommen ist als Kartoffel- und Mistdekoktagar. Als Agar von bestimmter Zusammensetzung benutzte ich folgendes: 15 *g* Rohrzucker, 2·5 *g* Pepton, 0·25 *g* Magnesiumsulfat, 0·25 *g* Monokaliumphosphat, 9 *g* gut gewässertes Agar und 500 *g* Wasser. Das Wachstum und die Frk.-Bildung waren darauf normal. Zum Nachweis des tryptischen Fermentes wurde das Hasting'sche Milchagar verwendet. Fig. 10 zeigt eine solche Pe.-Sch., die dunklen Partien — die Photographie ist vor schwarzem Hintergrund aufgenommen — wurden durch Auflösung des Milchkaseins durchsichtig. Die weiße Linie ist der Impfstrich, dem entlang sich ein Wall von Frk. bildete. Die helle nebelartige Partie um ihn herum, besonders an der oberen Hälfte, ist der vegetative Schwarm und besteht aus Stäbchen.

Quehl (III, p. 28) und Vahle (X, p. 182) geben an, daß das Agar nur wenige Wochen brauchbar bleibe. Ich bekam jedoch ein kräftiges Wachstum und schöne Frk.-Bildung auch auf einem Agar, das über 3 Monate alt war. Dasselbe stand außerdem stark mit der Luft in Berührung, da es in Eprouvetten schräg erstarrt aufbewahrt wurde.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

b) Wuchsformen.

Wie im Milchagar so bilden sich auch im gewöhnlichen Agar dem Impfstrich entlang entweder unmittelbar nebeneinander oder in kleineren und größeren Abständen die Frk. Auch der vegetative Schwarm ist dann nicht sehr breit. An den Enden des Striches oder wenn man in Punktform impft, dehnt sich die Kolonie meist kreisförmig aus. Nach einiger Zeit werden Frk. gebildet, oft sehr regelmäßig in einem Kreis in gleichem Abstand vom Mittelpunkt und gleichem Abstand gegenseitig. In einiger Entfernung vom ersten bildet sich dann bald ein zweiter konzentrischer Kreis von derselben Regelmäßigkeit. Und so geht es mit dem Größerwerden der Kolonie fort. Es legt sich immer ein größerer Kreis um den vorhergehenden. Eine befriedigende Erklärung für diese schon von Quehl (III, p. 30) beschriebenen und gezeichneten »Hexenringe« zu geben, ist hier wohl ebenso schwer wie für zahlreiche ähnliche Fälle bei anderen Organismen. Von Nahrungs- oder Wassermangel kann man hier schon deshalb nicht sprechen, weil sich dieselbe Erscheinung, wie ich versichern kann, noch viel schöner in und auf flüssigen Medien zeigt. In diesem Falle wird auch die Hypothese von der Bedeutung von Diffusionsströmen, die besonders von Küster für die Pilzhexenringe vertreten wird, schwer anwendbar sein. Denn die Kölbchen wurden zur Beobachtung doch oft in die Hand genommen und die Flüssigkeit dabei etwas geschüttelt.

Der vegetative Stäbchenschwarm verhielt sich ganz verschieden. Manchmal bildete er einen dichten weißen Belag auf dem Agar und verschwand erst bei der Frk-Bildung allmählich. Oft war er aber so dünn und zart, ja kaum wahrnehmbar, daß das Fortschreiten der Kolonie nur an den neu sich bildenden Frk. zu ersehen war. Das war aber nicht etwa nur dann der Fall, wenn die Kulturen kümmerlich wuchsen, denn auch unter diesen Umständen konnten sehr schöne Frk. gebildet werden.

Wenn im Agar Schlieren auftreten, wie das durch schlechtes Ausgießen bisweilen vorkommt, so folgen die Frk. genau dem Verlauf dieser Linien. Vielleicht ist diese Erscheinung daraus zu erklären, daß für die Anlage der Frk., wie schon p. 857 bemerkt wurde, erhöhte Punkte bevorzugt werden. Auf der sonst glatten Agarfläche sind diese Schlieren die einzigen Erhebungen, sie

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

stellen winzige weithinziehende Bergrücken dar und hier sammeln sich nun die Stäbchen und bilden die Frk. Man könnte sich auch noch eine andere Ursache vorstellen. Diese Schlieren bilden im Agar ein System von gleichsinnig verlaufenden Linien. Dadurch werden die sonst wirr durcheinander kriechenden Stäbchen in eine bestimmte Richtung gewiesen, weil eine Bewegung im Sinne dieser Linien leichter ist als eine ihrem Verlaufe entgegengesetzte. Es kommen auf diese Weise Ströme von Bakterien zustande und diesen Strömen entlang bilden sich dann die Sporenhäufchen.[1]

Auf Kartoffelagar in einer Pe. Sch., die im Strich geimpft wurde, traten Frk. auf und diese waren durch zahlreiche Straßen verbunden, letztere bestanden nur aus Stäbchen, die in der Längsrichtung der Straßen angeordnet waren (vgl. X, p. 188). Bei schwacher Vergrößerung bot das ganze ein ähnliches Bild wie ein Stadtplan, die Frk. glichen Plätzen, auf die zahlreiche Straßen münden. Die zwischen den Straßen liegenden Partien des Agars waren ganz frei von Stäbchen.

Bei Agarstichkulturen zeigt sich eine geringe Gasblasenbildung. Das Wachstum geht ziemlich tief, nimmt aber nach unten zu allmählich an Intensität ab. Die tiefer im Agar gelegenen Stäbchen sind viel häufiger und stärker gekrümmt als die an der Oberfläche. Frk. werden im Innern nicht gebildet, sondern nur an der Oberfläche und knapp unter dieser.

Auf sterilisierten Kartoffelscheiben erzielte ich ebenso wie Quehl (III, p. 28) kein Wachstum.

3. Gelatine.

Gelatine wird verflüssigt. In Stichkulturen sind dafür nach 2 bis 3 Tagen die ersten deutlichen Anzeichen zu sehen. Die Verflüssigung schreitet dann rasch trichterförmig nach unten fort. Am Grunde des Trichters und, wenn schließlich die ganze Gelatine verflüssigt ist, am Grunde der Eprouvette, sammelt sich eine weiße flockige Masse von verlängerten Stäbchen an. An der Oberfläche schwimmt meist ein kreisrundes Häutchen mit einem Durchmesser von 5 bis 10 *mm*. Es wurde nach einiger Zeit ziemlich dick und konnte überhaupt nur als ganzes abgehoben werden. Für gewöhnlich bestand dieses Häutchen nur aus den bis 15 μ verlängerten Stäbchen. Doch wurde manchmal auch Sporenbildung beobachtet. In solchen

[1] Vergl. auch Küster E., Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen, 1913, p. 169 und die dort zitierte Literatur.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fällen hing dann in der Mitte des Häutchens nach unten ein mehrere Millimeter langes Zäpfchen, das aus Sporen bestand.

4. Flüssige Nährmedien.

Am häufigsten benutzte ich eine Mistabkochung, die ich soweit verdünnte, daß ihre Farbe hellgelb war. Schwierigkeiten bereitet es nur, das Medium schön klar zu erhalten. Das gewöhnliche Klären mit Eiweiß führt hier nicht zum Ziele, im Gegenteil wird das Wasser dadurch nur noch undurchsichtiger. Am besten bewährte sich folgendes Verfahren. Das Wasser wird mit etwas Hasenmist abgekocht, in einen Kolben filtriert und hier sterilisiert; je öfter man kocht, desto besser ist es, weil immer wieder von neuem Flocken herausfallen. Den sterilisierten Kolben läßt man nun 2 bis 3 Wochen ruhig stehen, dabei scheidet sich noch mehr Unreinigkeit aus und setzt sich am Boden ab. Dann filtriert man die darüberstehende, ziemlich klare Flüssigkeit ab, reibt sie mit Talcum venetum an und filtriert neuerdings. Das Filtrat ist nun ganz klar und wird mit so viel Wasser verdünnt, daß die Farbe hellgelb ist. Eine höhere Konzentration ist für die Frk.-Bildung nachteilig. Die Flüssigkeit wird nun in kleine Kölbchen verteilt und sterilisiert.

Das Wachstum in diesem Extrakt ist ein sehr gutes. Die Entwicklung findet hauptsächlich am Boden des Gefäßes statt. Es bilden sich hier Hexenringe von erstaunlicher Regelmäßigkeit, viel schöner noch als auf Agar, ihr Durchmesser kann über 3 *cm* betragen. Wie auch Baur (I, p. 117) angibt, kann auf der Oberfläche der Flüssigkeit ebenfalls eine Haut entstehen. Wenn diese eine bestimmte Dicke erreicht hat, bilden sich auf ihr normale Frk. aus. Sie bedeckt nach einiger Zeit meist die ganze Oberfläche der Flüssigkeit und besteht aus Stäbchen bis zu 50 μ Länge. Charakteristisch ist, wie auch Vahle (X, p. 191) bemerkt, das vollständige Klarbleiben der Flüssigkeit. Selbst nach 1 Jahr und auch dann, wenn die Kolonien als Flocken herumschwimmen, ist die Lösung noch völlig durchsichtig. Dadurch unterscheiden sich die Myxobakterien von den meisten anderen Bakterien. Man wird daher dieses Merkmal als ein Zeichen für die Reinheit der Kulturen gelten lassen können.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Als flüssiger Nährboden von bekannter Zusammensetzung wurde folgender angewendet: 250 *g* Wasser, 7·5 *g* Rohrzucker, 1·25 *g* Pepton, 0·12 *g* Magnesiumsulfat, 0·12 *g* Monokaliumphosphat. Es entwickelte sich an der Oberfläche eine Haut von Stäbchen, daran hingen ähnlich wie in der flüssigen Gelatine rundliche Klümpchen, die aus Sporenmassen bestanden. Die Farbe der Haut war schwach rot, die der Stäbchenmasse gelblich.

Zusammenfassung.

1. Vorliegende Arbeit gibt eine genaue Anleitung, wie man sich Myxobakterien verschafft. Alter Mist von Hasen, Rehen usw. wird in Petrischalen, die mit Filtrierpapier ausgekleidet sind, ausgebreitet, mit so viel Wasser begossen, als Mist und Filtrierpapier aufsaugen, bei etwa 30° in den Thermostaten gestellt und nach je 1 bis 2 Tagen begossen. Nach 8 bis 14 Tagen entwickeln sich zahlreiche Myxobakterien, zumindest Myxococcen.

2. Ähnlich wie durch die Arbeiten von Thaxter (Nordamerika), Baur und Quehl (Berlin) wird in der vorliegenden Arbeit der Beweis erbracht, daß diese Bakteriengruppe weitverbreitet und überaus häufig ist, indem sie überall in der Wiener Umgebung, ferner auf Mistproben aus dem Erzgebirge, aus Vorarlberg, aus Lesina und Malta zu finden war.

3. Von bekannten Arten wurden in Wien gefunden:

Choudromyces apiculatus Th.
» *erectus* (Schroeter) Th.
» *gracilis* Th.
Polyangium fuscum (Schroeter) Th.
» *primigenium* Quehl.
Myxococcus rubescens Th.
» *virescens* Th.
» *coralloides* Th.
» *clavatus* Quehl.
» *digitatus* Quehl.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Diese Arten stimmen genau mit Thaxter's und Quehl's Beschreibungen überein. Etwas abweichend war nur *Chondromyces apiculatus*, wo der Zystophor gedrungener und die Farbe der Zysten dunkler war. *Chondromyces gracilis* war etwas größer, als Thaxter angibt, und *Myxococcus clavatus* viel kleiner, als ihn Quehl beschreibt.

4. Als neu wurden die folgenden Species beschrieben:

Chondromyces lanuginosus.
Polyangium stellatum.
» *flavum.*
Myxococcus polycystus.
» *cerebriformis.*
» *exiguus.*

5. Die Beobachtungen an Reinkulturen einer hellroten Rasse von *Myxococcus rubescens* stimmen im wesentlichen mit denen von Thaxter, Baur, Quehl und Vahle überein.

Literaturverzeichnis.

I. Baur E., Myxobakterienstudien. Archiv für Protistenkunde, Bd. V, 1904.
II. de Kruyff E., Lebensgeschichte von *Myxococcus javanensis* sp. n. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. 21, 1908.
III. Quehl Alfred, Untersuchungen über die Myxobakterien. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. 16, 1906.
IV. Richter Oswald, Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I, März 1906.
V. Schröter, Kryptogamenflora von Schlesien, Bd. III, 1889.
VI. Solms-Laubach, Graf, Referat über Zederbauer. Bot. Zeitg., 1904, Bd. 26, II. Abt., p. 39.
VII. Thaxter Roland, On the Myxobacteriaceae, a new order of Schizomycetes. Botan. Gaz., 1892.
VIII. Thaxter Roland, Further observations on the Myxobacteriaceae. Botan. Gaz., 1897.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

IX. Thaxter Roland, Notes on the Myxobacteriaceae. Botan. Gaz., 1904.

X. Vahle C., Vergleichende Untersuchungen über die Myxobacteriaceen und Bacteriaceen. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, 1910, Bd. 25.

XI. Zederbauer E., Myxobacteriaceae, eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXII, 1903.

XII. Zukal Hugo, *Myxobotrys variabilis* Zuk. als Repräsentant einer neuen Myxomycetenordnung. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 14, 1896.

XIII. Zukal Hugo, Notiz zu meiner Mitteilung über *Myxobotrys variabilis* Zuk. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 15, 1897.

XIV. Zukal Hugo, Über die Myxobakterien. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. 15, 1897.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Figurenerklärung.

Fig. 1 bis 3. *Chondromyces lanuginosus*. 1 und 2 Vergr. 50, 3 Vergr. 200.
Fig. 4. *Myxococcus polycystus*, von oben. Vergr. 50.
Fig. 5. *Polyangium flavum*, von oben. Vergr. 100.
Fig. 6. *Polyangium stellatum*, von oben. Vergr. 80.
Fig. 7. *Myxococcus cerebriformis*, von oben und von der Seite. Vergr. 50.
Fig. 8. *Myxococcus cerebriformis*. Deckglaspräparat. Vergr. 50.
Fig. 9. *Myxococcus polycystus*. Deckglaspräparat. Vergr. 180.
Fig. 10. *Myxococcus rubescens*. Auf Hasting'schem Milchagar. Die dunklen Partien zeigen die Aufhellung des Substrates durch die chemische Einwirkung der Bakterien.
Fig. 11. *Myxococcus exiguus*. Deckglaspräparat. Vergr. 100.
Fig. 12. *Myxococcus rubescens*, von der Seite. Vergr. 8.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

1

2

3

4

5

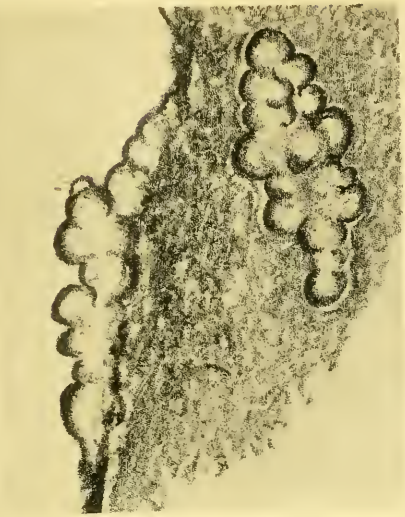
6

J. Gicklhorn fec.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

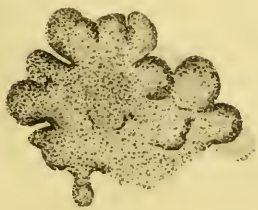


7

8

9

10



11

12

Gicklhorn et O. Richter fec. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.